Journal of Horticultural Science
https:// jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 2, Summer 2022, p. 443-457

The Effect of Different Levels of Foliar Application of Zinc, Iron, and Manganese Micronutrients on Reproductive Characteristics and Yield of *Vitis vinifera* Grapes in Some Vineyards of Zanjan Province

H. Mohebbi[1]*, A. Ebadi[2], M. Taheri[3], M. Zarabi[4], M.R. Bihamta[5]

Received: 08-08-2021 Revised: 07-09-2021 Accepted: 03-10-2021 Available Online: 21-08-2022	**How to cite this article:** Mohebbi H., Ebadi A., Taheri M., Zarabi M., and Bihamta M.R. 2022. The Effect of Different Levels of Foliar Application of Zinc, Iron, and Manganese Micronutrients on Reproductive Characteristics and Yield of *Vitis vinifera* Grapes in Some Vineyards of Zanjan Province. Journal of Horticultural Science 36(2): 443-457. (In Persian with English abstract) **DOI**: 10.22067/JHS.2021.71776.1078

Introduction

Grape (*Vitis vinifera* L.) is one of the most important economic plants in the world including Iran. One of the most basic effective factors of the growth of fruit trees is knowing their nutrition. Micronutrients are as important as Macronutrients for better growth, yield and quantity in plants. Garden plants suffer from severe zinc deficiency, followed by boron, manganese, iron and molybdenum. Foliar application of fertilizers is a useful tool to increase the nutritional effects of fertilizers or eliminate nutrient deficiencies during the growing season. The aim of this research was to study the nutritional effects of consumption of different compounds of micronutrient fertilizers of zinc chelate, iron and manganese as foliar consumption on the morpho-physiological traits of grape plant.

Materials and Methods

Field experiments were carried out to evaluate the effects of micronutrients alone and in combination on growth and fruit yield in grape grown at Iran, Zanjan province during 2016-2018. Physical and chemical properties of the soil were evaluated before the experiment. During the two years of the research, no organic or chemical fertilizers were used except for the combination of fertilizer treatments of the relevant design. Treatments consist of foliar consumption of micronutrients fertilizers included two levels of EDDHA-Zn (0.1 and 0.3 %), EDDHA-Fe (0.1 and 0.2 %), and EDDHA-Mn fertilizers (0.1 and 0.2 %) and control levels (0 %) for them. This experiment was implemented in a factorial format based on a randomized complete block design with three replications and repeated for two consecutive years. The measured traits consist of Length of the First inflorescence (X1), Number of Inflorescences per Branch (X2), Number of clusters per branch (X3), Number of Clusters per Plant (X4), Weight of a Cluster (X5), Cluster Size (X6), Berry Size (X7), Number of Berries per Cluster (X8), Weight of single berry, X10: Leaf Area Surface. Leaf Dry Matter (X11), TSS (X12), Fruit Juice Sugar (X13), Fruit Juice Acidity (X14), Fruit Dry Matter (X15), Fruit Firmness (X16), Yield per Plant (X17), Yield per Hectare (X18). The experiment was performed in factorial format with three factors, each at three levels, based on a randomized complete block design with three replications in three locations (g; G) and in each location for two consecutive years (Y). The analysis of each garden was analyzed in the form of factorial experiment design and the effect of location factor was analyzed in the form of factorial-split (time) composite analysis in place. In the statistical model used, time and place factor considered as random and treatment was fixed.

1- Ph.D. Student, Grape and Raisin Research Institute, Malayer University
(*- Corresponding Author Email: mohebbi.hajali@gmail.com)
2 and 5- Professors, Agriculture and Natural Resources Campus, Tehran University
3- Associate Professor, Soil and Water Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Training Center of Zanjan
4- Assistant Professor, Soil Science Department, Faculty of Agricultural, Malayer University

Results and Discussion

Evaluation of morpho-physiological traits showed that the use of these fertilizers individually or in combination has significant positive effects on all measured traits (18 traits) at different stages of development. The simple effect of the factor of the years was significant only on some of the measured traits and the two and three-way interactions between this factor with the levels of treatment in the majority of traits were not significant; which indicates the probability that the factor of the years has no effect on the measured traits. Based on the results, the treatment combination of Fe 0.2 + Zn 0.3 + Mn 0.2 % EDTA was superior to other combinations, and traits of the number of inflorescence and number of clusters per branch and number of clusters per plant showed the best response than other measured traits. Spraing of micronutrients, especially iron, zinc and manganese, has favorable effects on yield indices, better fruit set and fruit production per unit area, which affects photosynthetic activities and important metabolic pathways in plants, leading to produce higher amounts of primary metabolites such as higher sugar production in fruit, increase in soluble solids, also increase in growth indices such as leaf area, more yield-related traits such as number of inflorescences and number of bunchess per branch and per plant, number and the dimensions of the berries are in clusters. On the other hand, these compounds help to absorb the main nutrients and play an active role in initiating metabolic processes such as cell wall development, respiration, photosynthesis, chlorophyll formation, enzymatic activities, production of growth regulators, and nitrogen fixation and reduction. Accordingly, these compounds were able to show better performance compared to the control level by accelerating the absorption of other nutrients, strengthening biochemical pathways and growth indices.

Conclusion

According to these results, the application of three fertilizers of zinc, iron and manganese EDTA individually or in combinations of two or three of them, especially at high concentrations simultaneously, is superior in comparison. Treatments composition of 0.3% zinc + 0.2% iron + 0.2% manganese EDTA and then 0.3% zinc + 0.2% iron + 0.1% manganese EDTA has more significant and positive on measured traits and therefore as fertilizer compositions are recommended in vineyards in the form of leaves.

Keywords: Acidity, Inflorescence, Micronutrient, Morpho-physiological

نشریه علوم باغبانی
https:// jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۴۵۷-۴۴۳

تاثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی، آهن و منگنز بر خصوصیات زایشی و عملکرد انگور *Vitis vinifera* L. در برخی تاکستان‌های استان زنجان

حاجعلی محبی[1*]- علی عبادی[2]- مهدی طاهری[3]- محبوبه ضرابی[4]- محمدرضا بی همتا[5]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۱

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات تغذیه‌ای کودهای ریزمغذی به‌صورت منفرد و در ترکیب باهم بر روی رشد و عملکرد گیاه انگور، در استان زنجان، شهرستان‌های ابهر و خرمدره در سه باغ (مکان) تحت کشت انگور رقم 'بیدانه سفید'، طی دو سال متوالی (۹۶-۱۳۹۴) تحقیقی انجام پذیرفت. تیمارها شامل دو سطح از کودهای کلات روی (۰/۱ و ۰/۳ درصد) آهن (۰/۱ و ۰/۲ درصد) و منگنز (۰/۱ و ۰/۲ درصد) و سطوح شاهد بود. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا و در دو سال متوالی تکرار شد. بررسی صفات مورفو-فیزیولوژیک نشان داد که مصرف این کودها به‌صورت انفرادی و یا ترکیبی، دارای اثرات مثبت معنی‌داری (افزایش ۴/۴- ۱۳۲ درصد) برروی تمامی صفات اندازه‌گیری شده (۱۸ صفت) در مراحل مختلف رشد و نمو بود. اثر ساده مکان برای صفاتی مانند عملکرد هر بوته و شاخص تولید محصول در هکتار معنی‌دار و در سایر صفات غیر معنی‌دار بود. در مواردی که این عامل معنی‌دار باشد، نشان دهنده‌ی اثر مستقیم این عامل بر روی آن صفات است. اثر ساده عامل سال برای همه صفات بجز درصد قند آب میوه و اثرات متقابل چند جانبه‌ی آن با سطوح تیماری در اکثریت صفات، معنی‌دار نبود؛ که نشان دهنده‌ی احتمال عدم تأثیرگذاری سال روی بیش‌تر صفات در نمونه‌های تحت تیمار می‌باشد. در مجموع در میان ترکیبات تیماری، کم‌ترین افزایش نسبت به شاهد (۴/۴ درصد) در سطح تیماری کود منگنز ۰/۱ درصد و در بین صفات اندازه‌گیری شده در صفت اسیدیته آب میوه (۲۰/۲۴ درصد) و بیش‌ترین افزایش نسبت به شاهد (۱۳۲ درصد) در ترکیب تیماری روی ۰/۳+ آهن ۰/۲+ منگنز ۰/۲ درصد و نیز صفات تعداد گل آذین و تعداد خوشه در هر شاخه (۱۲۶/۲۸ درصد) و پس از آن‌ها تعداد خوشه در هر بوته (۱۰۴/۱۹ درصد) مشاهده گردید. از این‌رو این صفات نسبت به سایر صفات اندازه‌گیری شده پاسخ بهتری نشان دادند به‌عنوان صفات شاخص و ترکیب تیماری روی ۰/۳ + آهن ۰/۲ + منگنز ۰/۲ درصد که نسبت به سایر ترکیبات به‌ویژه شاهد برتری داشت، به‌عنوان ترکیب کودی مناسب پیشنهاد می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، ریزمغذی، گل‌آذین، مورفو-فیزیولوژیک

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از گیاهان مهم اقتصادی دنیا (Zörb *et al*., 2014) و همچنین کشور ایران می‌باشد (Jalili Marandi, 2007; Khosh Khoi *et al*., 1985) و کشت آن به ۵۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در نواحی شمالی ایران باز می‌گردد (Kannan, 2010). از اساسی‌ترین عوامل مؤثر بر رشد درختان میوه شناخت تغذیه آن‌هاست (Babalar and Pirmoradian, 2000). در میان عناصر غذایی، عناصری که در مقیاس کمتری مورد استفاده قرار می‌گیرند «ریز یا خُرد مغذی[2]» نامیده می‌شوند. ریزمغذی‌ها جهت دست‌یابی به رشد بهتر، عملکرد و کمیت مناسب در گیاهان، دارای

۱- دانشجوی دکتری، پژوهشکده انگور و کشمش، دانشگاه ملایر
(*- نویسنده مسئول: Email:mohebbi.hajali@gmail.com)
۲ و ۵- استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان
۴- استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

2- Micro- or Minor nutrient

DOI: 10.22067/JHS.2021.71776.1078

درجه اهمیت برابر با درشت مغذی‌ها[1] (عناصر پرمصرف) هستند (Shah *et al.*, 2016). فعالیت‌های کاتالیکی ریزمغذی‌ها به‌ویژه در غلظت‌های بالا می‌تواند منجر به بهبود عملکرد میوه گردد (Anees *et al.*, 2011). مصرف مقدار کافی از ریزمغذی‌ها منجر به عملکرد بالاتر به سبب افزایش در رشد، گلدهی بهتر و شکل‌گیری مقدار بیشتری از میوه می‌گردد (Mullins *et al.*, 1992). امروزه، مصرف این عناصر به سبب سودمندی آن‌ها در تغذیه‌ی حمایتی، اطمینان از برداشت محصولی بهتر و بازگشت سرمایه، جایگاه خاصی در میان پرورش دهندگان میوه را کسب نموده است (Papadakis *et al.*, 2007). عنصر روی یکی از عناصر ریزمغذی بوده که مورد نیاز برای رشد طبیعی و تکثیر عادی گیاهان زراعی است. به‌طور مشابه با روی، منگنز یک عنصر فلزی سنگین ریزمغذی بوده که در فتوسنتز و عملکرد غشاء نقش داشته و به‌عنوان یک فعال کننده[2] برای تعدادی از آنزیم‌ها در سلول می‌باشد (Wiedenhoeft, 2006). فواید مثبت آهن و روی بر روی گیاهان ممکن است به‌علت اثرات آن‌ها به‌عنوان یک ترکیب فلزی بر روی آنزیم‌ها و نقش تنظیمی در سوخت و ساز گیاهی باشد (Abd E-Hady, 2007).

گیاهان باغی از کمبود شدید روی و به‌دنبال آن بور، منگنز، آهن و مولیبدن رنج می‌برند تشدید عملیات‌های زراعی، عدم تعادل در به‌کارگیری کودهایی همچون نیتروژن، فسفر و پتاسیم، تخلیه مواد غذایی و عدم جایگذاری مجدد دلیل عمده کمبود ریزمغذی‌هاست (Shah *et al.*, 2016). کمبود مواد غذایی ریز و درشت مغذی‌ها از عوامل محدود کننده‌ی تولید انگور در موکاری[3]های سراسر دنیا می‌باشند (Kaya and Higgs, 2002). احتیاجات مربوط به ریزمغذی‌ها از طریق خاک یا کودهای شیمیایی و یا سایر منابع تأمین می‌گردد (Shah *et al.*, 2016). عموماً مواد مغذی می‌تواند به شکل کودی به‌طور مستقیم برروی خاک (به شکل حل شده در آب) یا اسپری برروی برگ‌ها به‌کار روند (El-Seginy Amal *et al.*, 2003). استفاده برگی از کودها از دهه ۱۹۵۰ آغاز گردیده است. به‌کارگیری برگی کودها به‌منظور رفع کمبودهای عناصر غذایی، در پرورش انگور روبه افزایش است (Hasani *et al.*, 2012). این روش ابزاری سودمند جهت افزایش اثرات تغذیه‌ای کودها یا رفع کمبود عناصر غذایی در طی فصل رشد می‌باشد؛ همچنین نگرانی پیرامون کمبود و یا تثبیت مواد غذایی در مقایسه با به‌کارگیری کود در خاک را ندارد (Papadakis *et al.*, 200). از طرفی، به‌کارگیری برخی از ریزمغذی‌ها مانند منگنز به‌صورت خاک مصرف مشکل‌زاست؛ زیرا کارآیی آن بستگی به بسیاری از فاکتورهای خاک مانند اسیدیته دارد و کاربرد برگی آن‌ها به‌صورت یونی یا کلاته شده از کمبود این عناصر در گیاه جلوگیری می‌کند (McGovern, 2003). با این روش، جذب درشت مغذی‌ها در بافت‌ها و اندام‌ها افزایش و کیفیت میوه بهبود می‌یابد (Anees *et al.*, 2011). از جمله پژوهش‌هایی در کشور انجام شده می‌توان به پژوهش طاهری و مهرابی (Taheri and Mehrabi, 2016) اشاره نمود که با استفاده از روش محلول‌پاشی به دو طریق فروست (جایگزینی میوه) و محلول پاشی با عناصر ریز مغذی جهت جلوگیری از کمبودها و افزایش عملکرد کمی و کیفی میوه در انگور نشان دادند که میزان فتوسنتز گیاه انگور افزایش یافته و همچنین موجب بهبود گلدهی و تشکیل میوه بیشتر با کیفیت مناسب، رسیدن یکنواخت میوه‌ها و افزایش عمر انبارمانی میوه در پس از برداشت گردید. بررسی‌ها نشان داده که مصرف کودهای آهن، روی و منگنز دارای اثرات مثبت معنی‌داری بر روی صفات مورفو-فیزیولوژیک گیاهان مختلف از جمله انگور بوده است (El-Gazzar *et al.*, 1979; Saini *et al.*, 2005; WAAZ, 2011; Wosteoves and Kamas, 2009; Suman *et al.*, 2017; Saini *et al.*, 2019; Obaid *et al.*, 2013; Kumar *et al.*, 2015; Datir *et al.*, 2012). باکا و همکاران (Baka *et al.*, 2010) نشان داده که اسپری روی به صورت برگ مصرف برروی انگور منجر به افزایش در عملکرد و ویتامین C شد. دیکسیت و همکاران (Diksit *et al.*, 1987) اشاره نمودند که اسپری ریز مغذی‌هایی بر روی مرکبات دچار کمبود روی منجر به افزایش در درصد عصاره، مواد جامد محلول و ویتامین سی می‌گردد. کووسی و حسینی فرحی (Kavousi and Hosseini Farahi, 2008) حدس زدند که اسپری روی به‌صورت برگ مصرف برروی شکل ظاهری و عملکرد انگور همچنین مقدار مواد جامد محلول آن دارای اثری معنی‌دار می‌باشد. در واقع اطلاعات پیرامون شرایط تغذیه‌ای باغات انگور از این جهت حائز اهمیت است که به‌عنوان راهنمایی برای پیشنهادات کودی جهت تولید اقتصادی انگور و ارزیابی عملکرد تاکستان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Bhat *et al.*, 2017)؛ زیرا مدیریت مواد غذایی دارای بزرگ‌ترین سهم در هزینه و اثر برروی عملکرد بالقوه و کیفیت گیاهان زارعی به‌ویژه انگور است (Chaudhari *et al.*, 2012)؛ به‌طوری‌که کوددهی تا بیش از ۳۰ درصد از هزینه‌ها در سیستم کشت انگور را در بر می‌گیرد؛ که می‌بایست پیوسته جهت افزایش در کارآیی کودها و در مقابل کاهش هزینه‌ها تحقیق و بررسی صورت پذیرد (Christensen and Kearney, 2000). هدف از این پژوهش، مطالعه اثرات تغذیه‌ای مصرف ترکیبات مختلف کودهای ریزمغذی کلات روی، آهن و منگنز به‌صورت برگ مصرف بروی صفات مورفو-فیزیولوژیک گیاه انگور بود.

مواد و روش‌ها

محل اجرای پژوهش: پژوهش حاضر در تاکستان‌های با

1- Macronutrient
2- Activator
3- Viticulture

بوته‌های انگور یک‌دست و هم‌سن از رقم 'بیدانه سفید'، واقع در شهرستان‌های ابهر و خرمدره از توابع استان زنجان (موقعیت این باغات در جدول ۱ ارائه گردیده است) از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ اجرا شد. آب و هوای شهرستان‌های مذکور، از نوع آب و هوای کوهستانی با زمستان‌های سرد و پر برف و تابستان‌های معتدل می‌باشد. میزان بارش میانگین سالانه آن‌ها، به‌طور متوسط ۲۸۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی سه باغ انگور مورد آزمون در استان زنجان.

.Table 1- Geographical location of three studied vineyards in Zanjan province

شماره No.	ارتفاع از سطح دریا Elevation (m)	موقعیت جغرافیایی Geographical location (UTM)	موقعیت محلی باغ Location of the garden
1	1526	39 S 0350513 UTM 3997025	شهرستان ابهر – روستای قمچ‌آباد (Abhar county - Qomchabad village)
2	1645	39 S 0334463 UTM 4013766	شهرستان خرمدره –روستای قلعه حسینیه Khorramdareh county) (Qaleh Hosseinieh village –
3	1822	39 S 0315294 UTM 4025207	شهرستان ابهر – روستای عمیدآباد (Abhar county - Amidabad village)

نتایج آزمایش خاک (خصوصیات فیزیکی و شیمیایی) از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری در جدول ۲ گزارش گردیده است.

جدول ۲- خلاصه آماری نتایج عمق ۶۰ - ۳۰ سانتی‌متری خاک تاکستان‌های مورد آزمون

Table 2- Statistical summary of the results of 30-60 cm depth of soil of the studied vineyards

بافت خاک Soil structure	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	مس Cu	روی Zn	منگنز Mn	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	میزان آهک Lime	میزان ماده آلی OC	اسیدیته pH	شوری EC
		(%)				(mg.kg-1)				%			(dS.m-1)
لومی رسی Clay loam	38.9	29.1	32.0	1.3	0.9	11.0	4.2	242.7	6.5	16.8	0.6	7.9	0.7

در تمامی این باغات روش تربیت و فرمدهی به‌صورت خزنده نیمه پاچراغی و روش هرس باردهی (هرس خشک) و شارژ بوته‌ها هرس مختلط کوتاه و بلند با ایجاد حلقه های مثمر (حفظ شاخه با جوانه‌های بارده و نیز شاخه جایگزین برای سال بعد) بود. روش هرس تابستانه (هرس سبز) به‌صورت انجام هرس پنسمان بعلاوه حذف شاخه‌ها و برگ‌های اضافی و غیره بود. در طول دو فصل رشد در این پژوهش به غیر از ترکیب تیمارهای کودی طرح مربوطه، هیچ کود آلی و شیمیائی دیگری مصرف نگردید.

اجرای طرح و اعمال تیمارهای کودی: آزمایش شامل کاربرد سطوح تیماری سه کود آلی بود که در قالب آزمایش فاکتوریل سه فاکتوره هرکدام در سه سطح، بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در سه مکان (باغ؛ G) و در هر مکان طی دو سال (Y) متوالی انجام پذیرفت. سطوح تیماری شامل فاکتور اول، کود کلات روی[1](شرکت داتیس[2] اسپانیا) در سه سطح (شامل: صفر (شاهد)، ۰/۱ و ۰/۳ درصد) به‌صورت محلول‌پاشی در اوایل بهار و به‌هنگام متورم شدن جوانه‌ها، فاکتور دوم، کود کلات آهن[3] (شرکت ون ایپرن[4] هلند) در سه سطح (شامل: صفر (شاهد)، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) به‌صورت محلول‌پاشی حدود دو هفته پس از ریزش طبیعی گل‌ها و هنگام غوره بستن میوه‌ها و فاکتور سوم، کود کلات منگنز[5]، (شرکت بیسف[6] آلمان) در سه سطح (شامل: صفر (شاهد)، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) به‌صورت محلول‌پاشی حدود دو هفته پس از ریزش طبیعی گل‌ها و هنگام غوره بستن میوه‌ها بود. تمامی تیمارها تنها در یک مرحله، محلول‌پاشی

1- EDDHA-Zn
2- Datis
3- EDDHA-Fe
4- Van Iperen
5- EDDHA-Mn
6- Basf

گردیدند.

صفات مورد ارزیابی: لیست صفات مورد ارزیابی در این پژوهش به شرح زیر و روش اندازه‌گیری این صفات و زمان اندازه‌گیری آن‌ها، مطابق با روش‌های ارائه شده توسط احیایی و همکاران (Ehiaee *et al*., 1998)، امامی (Emami, 1996) و ساینی و همکاران (Saini *et al*., 2005) بود. انتخاب تمامی نمونه‌ها به‌صورت تصادفی صورت پذیرفت. به‌منظور سهولت در ارائه نتایج مربوط به صفات مورد ارزیابی، از سیستم کدبندی ارائه شده به‌ترتیب زیر ارایه گردیده که شامل واحد، زمان و نحوه اندازه‌گیری هر صفت به‌ترتیب است.

۱- طول اولین گل آذین (X1)، سانتی‌متر، تمام گل، اندازه‌گیری میانگین طول گل‌آذین از ناحیه اتصال یک شاخه تا نوک، با انتخاب تصادفی ۱۰ گل آذین از شاخه‌های هر بوته.

۲- تعداد گل‌آذین در هر شاخه (X2)، تعداد، تمام گل تا میوه بستن، ارزیابی و شمارش میانگین تعداد گل‌آذین، با انتخاب تصادفی ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار.

۳- تعداد خوشه در هر شاخه (X3)، تعداد، تمام گل تا میوه بستن، ارزیابی و شمارش میانگین تعداد خوشه، با انتخاب تصادفی ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار.

۴- تعداد خوشه در هر بوته (X4)، تعداد، تمام گل تا شروع رسیدگی میوه، ارزیابی و شمارش میانگین تعداد خوشه‌ها، با انتخاب تصادفی ۱۰ بوته تحت تیمار.

۵- وزن خوشه (X5)، گرم، رسیدگی کامل میوه (خوشه)، اندازه‌گیری میانگین وزن خوشه‌ها با ترازوی دیجیتال دقیق، با انتخاب تصادفی ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار و نیز تعداد ۱۰ خوشه از آن‌ها.

۶- اندازه خوشه (X6)، سانتی‌متر مربع، رسیدگی کامل میوه، محاسبه میانگین حاصل ضرب طول خوشه در عرض خوشه (بدون دم خوشه)، با انتخاب تصادفی ۱۰ خوشه از ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار.

۷- اندازه حبه (X7)، سانتی‌متر مربع، رسیدگی کامل میوه، محاسبه میانگین حاصل ضرب طول حبه در عرض حبه (بدون دم حبه)، با انتخاب تصادفی ۲۰ حبه از ۱۰ خوشه از هر بوته تحت تیمار.

۸- تعداد حبه در هر خوشه (X8)، تعداد، رسیدگی کامل میوه، ارزیابی و شمارش میانگین تعداد حبه‌های موجود روی ۱۰ خوشه، با انتخاب تصادفی از ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار.

۹- وزن حبه (X9)، گرم، رسیدگی کامل میوه، اندازه‌گیری میانگین وزن ۵۰ حبه، با انتخاب تصادفی ۱۰ خوشه از ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار.

۱۰- شاخص سطح برگ (X10)، سانتی‌متر مربع، نشست حبه تا شروع رسیدن میوه، اندازه‌گیری میانگین وسعت پهنک تعداد ۱۰ برگ بالغ، با انتخاب تصادفی ۱۰ شاخه از هر بوته با استفاده از دستگاه LAI.

۱۱- ماده خشک برگ (X11)، درصد، رسیدگی و بلوغ کامل برگ، محاسبه میانگین درصد ماده خشک تعداد ۱۰ برگ بالغ در قسمت فوقانی خوشه‌ها واقع در یک سوم میانی ۱۰ شاخه از هر بوته (به‌روش خشک کردن در دستگاه خشک‌کن آون: ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد؛ ۲۴ ساعت).

۱۲- مواد جامد محلول (X12)، درصد، برداشت میوه‌های رسیده، اندازه‌گیری میانگین درصد TSS با انتخاب تصادفی ۱۰ خوشه از ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی در آزمایشگاه.

۱۳- قند آب میوه (X13)، درصد، برداشت میوه‌های رسیده، اندازه‌گیری میانگین درصد قند آب میوه، با انتخاب تصادفی ۱۰ خوشه از ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار به روش تیتراسیون.

۱۴- اسید آب میوه (X14)، درصد، برداشت میوه‌های رسیده، اندازه‌گیری میانگین اسیدیته عصاره انگور، با انتخاب تصادفی ۱۰ خوشه از ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار با استفاده از دستگاه pH-Meter در آزمایشگاه.

۱۵- ماده خشک میوه (X15)، درصد، برداشت میوه‌های رسیده، محاسبه میانگین درصد ماده خشک تعداد ۲۰ حبه (با انتخاب تصادفی از توده‌ی ۱۰۰ حبه‌ای حاصل ۱۰ خوشه از قسمت میانی ۱۰ شاخه از هر بوته) ابتدا توزین و پس از پوست‌گیری و ایجاد برش در گوشت حبه، در دستگاه خشک‌کن آون (۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، ۲۴به‌مدت ساعت) خشک شدند و مجدداً توزین شدند.

۱۶- سفتی گوشت میوه (X16)، گرم بر سانتی‌متر مربع، رسیدگی کامل میوه، اندازه‌گیری میانگین سفتی گوشت میوه حدود ۲۰ عدد حبه (با انتخاب تصادفی از وسط ۱۰ خوشه از ۱۰ شاخه از هر بوته تحت تیمار)، به وسیله دستگاه سفتی سنج مدل (FT 01) در آزمایشگاه.

۱۷- عملکرد هر بوته (X17)، کیلوگرم، رسیدگی کامل میوه، اندازه‌گیری میانگین وزن عملکرد بوته‌های تحت تیمار، با چیدن تمام خوشه‌های چندین بوته با انتخاب تصادفی و سپس توزین آن‌ها با ترازوی دیجیتال دقیق.

۱۸- تولید محصول در هکتار (X18)، تن در هکتار، رسیدگی کامل میوه، اندازه‌گیری میانگین تولید محصول در هکتار، به‌روش کیل‌گیری (یعنی تعمیم دادن عملکرد بوته‌های انتخابی حاصل از بند قبلی به تعداد کل بوته‌های یک باغ).

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه واریانس مربوط به هر برداشت در هر باغ به‌طور جداگانه به‌صورت طرح فاکتوریل بر پایه طرح‌های

بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و مقایسات میـانگین براسـاس روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پـنج درصـد و اثـر عامـل مکان بر روی صفات مورد اندازه‌گیری در نمونه‌هـای تحـت تیمـار در زمان‌های مختلف به صورت تجزیه واریانس در قالب تجزیه مرکب در مکان در قالب فاکتوریل – اسپلیت (زمان)، باغ عامـل مکـان، عامـل اصلی کرت خرده شده، سطوح مختلف ترکیبات کـودی (سـه فـاکتور کودی هر کدام در سه سطح) و زمان به‌عنوان عامـل فرعـی در نظـر گرفته شد، برپایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مـورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مدل آماری مورد استفاده، عامل زمـان و مکان تصادفی و تیمار ثابت در نظـر گرفتـه شـد. تجزیـه و تحلیـل داده‌ها با استفاده از نرم افـزار SAS نسـخه ۹.۱ و رسـم نمودارهـا بـا استفاده از نرم‌افزار EXCEL 2016 صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

در آزمایش‌های فاکتوریل یا چند عاملی می‌توان اثـر سـاده و نیـز اثرات متقابل سطوح تیماری دو یا چند عامل را به‌طور همزمـان مـورد بررسی قرار داد و اطلاعات بیش‌تری پیرامون تیمارها کسب نمـود. در مورد گیاهان چندساله از جمله درختان میوه می‌توان مشاهدات مربوط به برداشت‌های مکرر در زمان‌های مختلف را نیز جمع‌آوری نمـود. در این طرح‌ها در عمل، کرت مربوط بـه عامـل فرعـی وجـود نداشـته و عامل فرعی در واقع زمان است. تجزیه واریانس اثـر تیمارهـای بکـار رفته در هر باغ برای هر برداشت، ابتدا به‌صورت جداگانـه و سـپس در قالب یک تجزیه واریانس نهایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. هر یک از تجزیه‌های جداگانه می‌توانند جنبه متفاوتی از رفتار صفات مورد ارزیابی در محیط‌های مورد آزمون را به نمایش بگذارند. بـا توجـه بـه تعدد جداول، فقط جدول تجزیه واریانس مربوط بـه بـاغ اول در سـال اول (جدول ۳) ارائه و از ذکر سایر جدول خـودداری گردیـد. نتیجـه‌ی تجزیه واریانس ساده در باغ اول در سال اول مـورد آزمـون، حـاکی از معنی‌داری برای تمامی صفات برای مورد ارزیابی در سطوح مختلف ۵، ۱ و ۰/۰۱ درصد بود. چنین روندی در سایر تجزیه‌های جداگانـه دیـده شد (نتایج گزارش نشده است). براساس نتایج تجزیه واریانس جداگانه (نتایج گزارش نشده بجز برای باغ اول– سال اول در جدول ۳)، تمامی اثرات ساده مربوط به سه کود میکرو برگ‌مصرف مورد استفاده در هـر سه باغ و هر کدام در هر سال بسیار معنی‌دار (p <0.01) گردید.

در مورد اثرات متقابل دو و سه جانبه بـین سـه تیمـار، در بیشـتر صفات (بجز در مواردی مانند اثر متقابل منگنز با آهـن و اثـر متقابـل منگنز با روی در تعداد گل آذین و تعداد خوشه در هر شاخه) معنـی‌دار بودند. با مقایسه رفتار صفات در هر باغ طی دو سال، رفتار صـفات در هر دو سال یکسان بود. در مورد صفاتی مانند طول اولین گـل آذیـن، تعداد خوشه در گیاه، وزن یک خوشه، اندازه خوشه، اندازه حبـه، تعـداد حبه در خوشه، وزن حبه، سطح برگ و وزن ماده خشک، انواع مختلف ترکیبات تیماری از سه کود مذکور دارای اثرات معنـی‌داری روی ایـن صفات بودند که نشان دهنده اثرپذیری این صفت تحت تیمار بـا ایـن کودها به‌صورت انفرادی یا در ترکیب با یکدیگر می‌باشد. در مـواردی که اثرات ساده معنی‌دار و اثرات متقابل دو و سه جانبه معنی‌دار نبودند، نشان دهنده‌ی تأثیرپذیری یک صفت از ترکیـب سـاده یـک کـود در مقایسه با ترکیب دو یا چندگانه با کودهای دیگر است. به‌عنوان مثـال برای صفت عملکرد در هکتار، در میان ترکیبات مختلف تیمـاری اثـر متقابل آهن با روی و نیز اثر مقابل آهن با روی با منگنز معنی‌دار نبود و سایر ترکیبات تیماری به صورت انفرادی و یا به‌صورت دوتایی اثرات معنی‌داری برروی این صفت داشتند. از آنجـا کـه اثـرات متقابـل سـه جانبه آهن× منگنز× روی، در تجزیه واریانس جداگانه (جدول ۳) برای تمامی صفات بجز میانگین عملکرد هر بوته و میانگین تولید محصول در هکتار معنی‌دار گردیدند. آزمون مقایسه میـانگین دانکـن در سـطح معنی‌داری پنج درصد انجام پذیرفت. این آزمون برای صـفاتی کـه در تجزیه واریانس این اثر معنی‌دار نبوده نیز توانست اختلاف معنـی‌داری میان سطوح تیماری مورد آزمون را نشان دهد (علت احتمالی معنی‌دار نشدن این اثر در جدول تجزیه واریانس برای برخی صفات در تعدادی از محیط‌ها، تقارن داده‌ها حول میانگین مـی‌باشـد). بـر اسـاس نتـایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه جانبه آهن×منگنز×روی برای تمامی صفات مورد ارزیابی در هر سه باغ طی دو سال (نتایج گزارش نشـده)، در مجموع، شش ترکیب کودی با کم‌ترین مقادیر و پنج ترکیب کودی با بیش‌ترین مقادیر میانگین (با اختلاف آماری معنی‌داری) نسـبت بـه سایر ترکیبات تیماری بودند که بـه‌ترتیـب کـم اثرتـرین و مـؤثرترین ترکیبات کودی بر روی صفات مورد آزمون بودند. ترتیب این ترکیبات در جدول ۴ ارائه گردیده است.

براساس نتایج تجزیه واریانس نهایی (جدول ۵)، اثر متقابل عامـل سال با بلوک برای مواد جامد محلول، قند آب میـوه، اسـید آب میـوه، وزن خشک میوه، عملکرد هر بوته و تولید محصول در هکتار معنی‌دار و در سایر صفات مورد ارزیابی غیر معنی‌دار بود. در مواردی که این اثر متقابل معنی‌دار نبود از جدول تجزیه واریانس حذف و مجموع مربعات و درجه آزادی آن با خطای باقی‌مانده ادغام و منابع تغییر بالادست آن در جدول بـا ایـن خطـای جدیـد مقایسـه گردیـد. در بررسـی تجزیـه واریانس برای صفات مورد ارزیابی در شش محیط مورد آزمـون (سـه باغ هر کدام در دو سال) در قالب طرح تجزیه مرکب در مکان، نتـایج نشان داد که تمامی اثرات ساده، دو جانبه و سـه جانبـه صـفات مـورد ارزیابی تحت تیمار کودی، در سطح ۰/۰۱ درصد معنـی‌دار گردیـد. در نتایج مربوط به آنالیزهای جداگانه برای هر صـفت در بـیش‌تـر مـوارد تمامی اثرات ساده، دو جانبه و سه جانبه نیز معنی‌دار گردید. این نتایج نشان دهنده اثر قابل توجه تیمارهای کودی مورد آزمون در مقایسه بـا عامل زمان و مکان روی صفات مورد ارزیابی بودند.

جدول ۳- تجزیه واریانس جداگانه صفات انگور رقم 'بیدانه سفید' در اول سال اول تحت تیمار با کودهای ریز مغذی

Table 3- Separate ANOVA for grapevine cv. Bidane Sefid in the first year treated with micronutrient fertilizers

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات Mean squares											
		X6		**X5**		**X4**		**X3**		**X2**		**X1**	
بلوک Block	2	11.96	ns	27.96	ns	1.94	ns	0.01	ns	0.01	ns	0.12	ns
Zn	2	29211.1	***	131332.1	***	1375	***	9.83	***	9.83	***	311.57	***
Fe	2	13526.2	***	58314.7	***	1135.2	***	12.46	***	12.46	***	244.7	***
Mn	2	4805.4	***	18773	***	392.2	***	5.64	***	5.64	***	72.62	***
Zn×Fe	4	2412.2	***	10878.2	***	81.4	***	0.77	***	0.77	***	19.14	***
Zn×Mn	4	569.26	***	2581.24	***	19.44	***	0.23	ns	0.23	ns	3.87	***
Fe×Mn	4	190.24	***	895.85	***	4.94	*	0.31	ns	0.31	ns	4.24	***
Zn×Fe×Mn	8	391.6	***	1602.88	***	3.92	*	0.37	*	0.37	*	1.41	***
خطا Error	52	11.41		45.13		1.73		0.14		0.14		0.25	
ضریب تغییرات C.V (%)		2.02		2.02		5.02		16.96		16.96		4.08	
منابع تغییرات S.O.V.	**درجه آزادی** D.F.	X12		X11		X10		X9		X8		X7	
بلوک Block	2	1.59	ns	0.72	ns	19.92	ns	0	ns	21.38	ns	0	ns
Zn	2	117.3	***	3838.1	***	30602.4	***	6.6	***	17905.3	***	3.9	***
Fe	2	139.8	***	2625.6	***	12994.8	***	2.9	***	8340.5	***	1.7	***
Mn	2	120.3	***	1218.3	***	4185.1	***	0.9	***	2541.9	***	0.5	***
Zn×Fe	2	1.4	ns	98.5	***	2580.8	***	0.5	***	1355.4	***	0.3	***
Zn×Mn	4	1.84	*	25.76	***	631.23	***	0.13	***	343.22	***	0.08	***
Fe×Mn	4	1.4	ns	17.12	***	221.35	***	0.05	***	118.18	***	0.03	***
Zn×Fe×Mn	4	2.83	***	61.97	***	367.78	***	0.08	***	238.1	***	0.05	***
خطا Error	8	0.68		1.67		9.55		002.0		6.91		001.0	
ضریب تغییرات C.V (%)		3.93		2.62		2.61		1.88		1.94		1.66	
منابع تغییرات S.O.V.	**درجه آزادی** D.F.	X18		X17		X16		X15		X14		X13	
بلوک Block	2	8.14	ns	6.18	ns	2.12	ns	14.84	***	0.057	***	0.56	ns
Zn	2	685.4	***	517.4	***	9858.2	***	121.1	***	1.962	***	147.2	***
Fe	2	555.4	***	420.1	***	6754.3	***	158.2	***	2.460	***	172.6	***
Mn	2	311.01	***	235.7	***	1777.8	***	114.4	***	1.102	***	115.9	***
Zn×Fe	2	8.63	ns	6.4	ns	693.4	***	7.4	***	0.263	***	1.1	ns
Zn×Mn	4	22.4	***	16.94	***	152.44	***	1.48	ns	0.036	0	2.61	0
Fe×Mn	4	20.6	***	15.84	**	70.53	***	2.74	ns	0.015	ns	1.72	0
Zn×Fe×Mn	4	7.54	ns	5.73	ns	22.81	***	5.66	***	0.044	***	4.82	***
خطا Error	8	5.07		3.82		2.46		1.68		0.007		0.56	
ضریب تغییرات C.V (%)		7.71		7.69		1.67		5.7		2.63		3.08	

ns، ***، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد.

ns, ***, ** and *: non-significant, significant at $p≤0.001$, $p≤0.01$ and $p≤0.05$, respectively.

X1: Length of the first inflorescence (طول اولین گل‌آذین), X2: Number of inflorescences per branch (وزن خوشه), X3: Number of clusters per branch (تعداد خوشه در شاخه), X4: Number of clusters per plant (تعداد خوشه در گیاه), X5: Weight of a cluster (وزن خوشه), X6: Cluster size (سایز خوشه), X7: Berry size (سایز حبه), X8: Number of berries per cluster (تعداد حبه در خوشه), X9: Weight of single berry (وزن تک حبه), X10: Leaf area surface (سطح برگ), X11: Leaf dry Matter (ماده خشک برگ), X12: TSS (ماده جامد محلول), X13: Fruit Juice Sugar (قند آب میوه), X14: Fruit juice acidity (اسیدیته آب میوه), X15: Fruit dry matter (ماده خشک میوه), X16: Fruit firmness (سفتی میوه), X17: Yield per plant (عملکرد در گیاه), X18: Yield per hectare (عملکرد در هکتار).

جدول ۴- مؤثرترین و کم اثرترین ترکیبات کودی به‌ترتیب از بالا به پایین، در میان ترکیبات تیماری

مورد آزمون براساس نتایج مقایسات میانگین هر باغ در هر سال (نتایج گزارش نشده است).

کدبندی از راست به چپ به‌صورت منگنز+آهن+روی؛ اعداد نیز درصد کود مصرفی در واحد سطح هکتار می‌باشد.

Table 4 - The most and least effective fertilizer compounds from top to bottom, respectively, among the tested treatment compounds

Based on the results of mean comparison of each garden per year (results not reported). Coding from right to left are manganese + iron + zinc; Numbers are the percentage of fertilizer used per hectare.

بیش‌ترین **Max**	کم‌ترین **Min**
0.3 +0.2 +0.2	0+0+0
0.3 +0.2 +0.1	0.1+0+0
0.3 +0.1 +0.2	0.3+0+0
0.1 +0.2 +0.1	0+0.1+0
0.1 +0.2 +0.2	0+0.2+0
	0.3 +0 +0.2

براساس نتایج تجزیه واریانس نهایی (جدول ۵)، اثر ساده مکان برای صفات مواد جامد محلول، سفتی گوشت میوه، عملکرد هر بوته و شاخص تولید محصول در هکتار معنی‌دار و در ۱۴ صفت دیگر غیر معنی‌دار بود. در مواردی این عامل معنی‌دار باشد. نشان اثر مستقیم عامل مکان (موقعیت جغرافیایی به همراه میکروکلیمای آن) بر روی آن صفات است، به‌عبارتی براساس این نتایج انتظار می‌رود که با تغییر در موقعیت مکانی باغ در این قبیل صفات تغییر محسوس و معنی‌داری مشاهده شود.

از صفات مورد ارزیابی و اثر عامل سال نیز برای همه صفات، بجز درصد قند آب میوه، غیر معنی‌دار بود؛ که رفتار تقریباً یکنواخت و پایدار صفات مورد ارزیابی در هر سه باغ و نیز در طی دو سال آزمایش را نشان می‌دهد و اینکه عامل سال و مکان به تنهایی روی صفات مورد ارزیابی اثرات معنی‌داری ندارند.

براساس این نتایج، اثر متقابل دو جانبه سال×روی برای صفات طول اولین گل آذین، مواد جامد محلول، عملکرد هر بوته و تولید محصول در هکتار؛ اثر متقابل دو جانبه سال×منگنز در مواد جامد محلول؛ اثر متقابل سه جانبه سال× روی× منگنز در قند آب میوه؛ اثر متقابل سه جانبه سال×باغ× روی در وزن خوشه، اندازه حبه، تعداد حبه در هر شاخه، وزن حبه و مواد جامد محلول؛ اثر متقابل سه جانبه سال×باغ× آهن در ماده خشک میوه؛ اثر متقابل چهار جانبه سال×باغ×روی× آهن در مواد جامد محلول و اثر متقابل پنج جانبه سال× باغ×روی×آهن×منگنز در تعداد خوشه در هر بوته معنی‌دار گردید. در سایر موارد اثرات متقابل عامل سال با سطوح تیماری معنی‌دار نبود (جدول ۵).

به‌منظور بررسی دقیق‌تر اثر تیمارهای کودی به‌کار گرفته شده و انتخاب بهترین ترکیب تیمار کودی و نیز صفت یا صفاتی که بهترین پاسخ را به تیمار نشان داده‌اند، شاخص درصد تغییرات برای میانگین تمامی صفات اندازه‌گیری شده در کلیه‌ی ترکیبات تیماری محاسبه گردید. با استفاده از این شاخص در واقع اثر واقعی تیمار با حذف مقادیر شاهد قابل رویت است. نتایج مربوط به این شاخص برای تمامی ترکیبات تیماری و نیز صفات اندازه‌گیری شده در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس این نتایج (شکل ۱)، در سطح تیماری ۰/۱ درصد کلات روی برای صفات وزن یک خوشه، اندازه خوشه، اندازه حبه، تعداد حبه در هر خوشه، وزن یک حبه، شاخص سطح برگ و اسیدیته آب میوه نسبت به شاهد نه تنها افزایشی مشاهده نگردید بلکه اندکی کاهش نیز صورت پذیرفته بود و کم‌ترین کاهش مربوط به اسیدیته آب میوه (۲/۲۳- درصد) بود. در مجموع در میان ترکیبات تیماری، کم‌ترین افزایش (۴/۴ درصد) در سطح تیماری کود منگنز ۰/۱ درصد و در بین صفات اندازه‌گیری شده در صفت اسیدیته آب میوه (۲۰/۲۴ درصد) و بیش‌ترین افزایش نسبت به شاهد (۱۳۲ درصد) در ترکیب تیماری روی ۰/۳+ آهن ۰/۲+ منگنز ۰/۲ درصد و نیز صفات تعداد گل آذین و تعداد خوشه در هر شاخه (۱۲۶/۲۸ درصد) و پس از آن‌ها تعداد خوشه در هر بوته (۱۰۴/۱۹ درصد) مشاهده گردید.

وجود مقدار کافی از آهن به‌عنوان یک عنصر غذایی کم مصرف برای رشد گیاهان زراعی و باغی لازم است. آهن از اجزاء مهم سیستم آنزیمی گیاه همچون نقش کاتالیز کننده قسمتی از سیستم آنزیمی تولید کلروفیل و در سه مرحله اساسی به عنوان کوآنزیم ایفای نقش می‌کند. همچنین، از اجزاء اصلی پروتئین فردوکسین است که برای احیاء نیترات، سولفات و آسیمیلاسیون نیتروژن و تولید انرژی لازم است. حدود ۸۰ درصد آهن گیاه در کلروپلاست برگ متمرکز است. در شرایط کمبود آهن در گیاه تعادل توزیع آن در کلروپلاست بهم می‌خورد. بنابراین کمبود این عنصر موجب کاهش سنتز کلروفیل و در نهایت زردی برگ می‌شود. امروزه نتایج مطالعات نشان می‌دهد که آهن در سنتز پروتئین و رشد نوک ریشه نقش دارد. در بیش‌تر نقاط ایران مهم‌ترین عاملی که موجب کمبود آهن در گیاهان می‌شود، زیادی بی‌کربنات در محلول خاک است (Malakouti and Mehdi Tehrani, 2005; Ziaeian, 2003).

جدول ۵- جدول تجزیه واریانس برخی صفات رقم 'بیدانه سفید' در قالب فاکتوریل-اسپلیت (زمان) بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی

Table 5- ANOVA results for the some traits of grapevine cv. Bidane Sefid in factorial-split (time) format based on a randomized complete block design

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات Mean squares															
		X1		X2		X3		X4		X5		X6		X7		X8	
باغ Garden (g)	2	11.88	ns	0.00	ns	16.15	ns	36.71	ns	0.27	ns	0.01	ns	0.01	ns	0.07	ns
خطای اول (E_a)	6	39.53		0.01		77.96		322.61		3.47		0.04		0.04		0.54	
Zn	2	107233.88	***	23.11	***	174516.08	***	769791.95	***	8169.63	***	50.19	***	50.19	***	1891.54	***
Fe	2	47694.56	***	9.75	***	78651.31	***	331243.23	***	6566.80	***	65.35	***	65.35	***	1314.14	***
Mn	2	14277.86	***	2.85	***	25228.22	***	101987.60	***	2676.90	***	36.42	***	36.42	***	443.34	***
Zn×Fe	4	8284.81	***	1.85	***	14162.26	***	65505.89	***	478.39	***	4.31	***	4.31	***	100.70	***
Zn×Mn	4	1851.56	***	0.41	***	2969.60	***	14366.77	***	145.95	*	0.37	*	0.37	***	20.65	***
Fe×Mn	4	426.69	***	0.13	***	735.84	***	3862.35	***	27.95	***	1.48	***	1.48	***	22.55	***
Zn×Fe×Mn	8	1232.19	***	0.25	***	1994.85	***	8350.70	***	21.67	***	1.07	***	1.07	***	5.56	***
g×Zn	4	33.92	*	0.01	*	56.26	**	472.27	ns	1.68	ns	0.25	ns	0.25	*	1.26	*
g×Fe	4	45.13	ns	0.00	ns	35.71	*	284.68	ns	1.95	*	0.34	*	0.34	***	2.34	**
g×Mn	4	7.07	ns	0.00	ns	26.46	ns	112.88	ns	2.34	ns	0.02	ns	0.02	ns	0.48	ns
g×Zn×Fe	8	14.44	ns	0.00	ns	13.25	ns	62.92	ns	2.32	ns	0.10	ns	0.10	ns	0.78	ns
g×Zn×Mn	8	5.23	ns	0.00	ns	7.25	ns	22.91	ns	0.73	ns	0.19	ns	0.19	***	2.06	ns
g×Fe×Mn	8	8.25	ns	0.00	ns	6.12	ns	26.81	ns	0.49	ns	0.04	ns	0.04	*	1.12	ns
g×Zn×Fe×Mn	16	11.89	ns	0.00	ns	19.69	ns	81.86	ns	0.91	ns	0.18	ns	0.18	***	1.24	ns
خطای دوم (E_b)	156	8.28		0.00		12.88		78.45		1.92		0.13		0.13		0.32	
سال Year (y)	1	6.00	ns	0.00	ns	0.02	ns	7.73	ns	3.13	ns	0.05	ns	0.05	ns	0.06	ns
y×Zn	2	0.22	ns	0.00	ns	0.09	ns	81.06	ns	1.52	ns	0.09	ns	0.09	*	1.41	ns
y×Fe	2	2.23	ns	0.00	ns	8.79	ns	104.02	ns	0.23	ns	0.04	ns	0.04	ns	1.17	ns
y×Mn	2	7.72	ns	0.00	ns	0.43	ns	81.08	ns	0.30	ns	0.01	ns	0.01	ns	0.19	ns
y×Zn×Fe	4	6.25	ns	0.00	ns	4.75	ns	53.55	ns	2.02	ns	0.07	ns	0.07	ns	0.27	ns
y×Zn×Mn	4	5.44	ns	0.00	ns	6.35	ns	42.18	ns	0.25	ns	0.08	ns	0.08	ns	0.45	ns
y×Fe×Mn	4	2.70	ns	0.00	ns	4.50	ns	8.52	ns	1.25	ns	0.02	ns	0.02	ns	0.10	ns
y×Zn×Fe×Mn	8	3.57	ns	0.00	ns	6.46	ns	31.21	ns	2.81	ns	0.06	ns	0.06	ns	0.40	ns
g×y×Zn	4	50.91	**	0.01	ns	72.04	**	448.08	ns	0.37	ns	0.07	ns	0.07	ns	0.18	**
g×y×Fe	4	10.21	ns	0.00	ns	12.10	ns	97.40	ns	0.62	ns	0.03	ns	0.03	ns	0.66	ns
g×y×Mn	4	7.67	ns	0.00	ns	22.05	ns	111.89	ns	1.95	ns	0.07	ns	0.07	ns	0.23	ns
g×y×Zn×Fe	8	17.17	ns	0.00	ns	24.00	ns	118.18	ns	2.11	ns	0.06	ns	0.06	ns	0.37	ns
g×y×Zn×Mn	8	15.17	ns	0.00	ns	18.39	ns	52.31	ns	2.61	ns	0.12	ns	0.12	ns	0.39	ns
g×y×Fe×Mn	8	16.39	ns	0.00	ns	14.97	ns	96.64	ns	2.33	ns	0.13	ns	0.13	ns	0.54	ns
g×y×Zn×Fe×Mn	16	9.15	ns	0.00	ns	9.70	ns	60.63	**	4.82	ns	0.09	ns	0.09	ns	0.42	ns
خطای باقی‌مانده (E_c)	162	12.72		0.00		20.45		108.77		2.26		0.13		0.13		0.44	ns
ضریب تغییرات C.V (%)		2.6324		2.5261		2.7097		3.1290		5.7696		16.0466		16.0466		5.4112	

***، ** و * به ترتیب عدم معنی داری، معنی دار در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد. Fn: باغ و : آهن، Mn: منگنز و Zn: روی، g: باغ، y: سال. D.F.: درجه آزادی، S.O.V.: منابع تغییر و C.V: ضریب تغییرات

ns, ***, ** and *: non-significant, significant at $p \leq 0.001$, $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$, respectively. X1: Length of the First inflorescence, X2: Number of Inflorescences per Branch, X3: Number of clusters per branch, X4: Number of Clusters per Plant, X5: Weight of a Cluster, X6: Cluster Size, X7: Berry Size, X8: Number of Berries per Cluster.

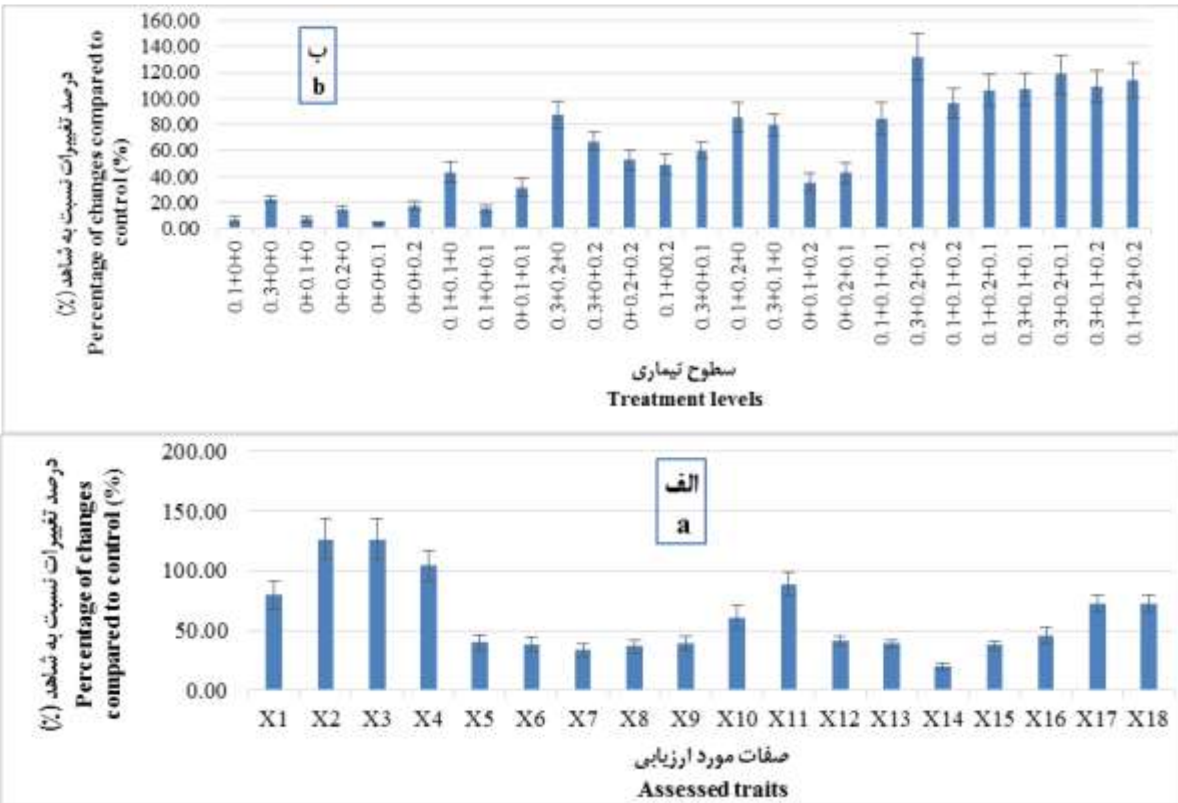
ادامه جدول ۵- جدول تجزیه واریانس برخی صفات رقم 'بیدانه سفید' در قالب فاکتوریل-اسپلیت (زمان) بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی

Continued Table 5- ANOVA results for the some traits of grapevine cv. Bidane Sefid in factorial-split (time) format based on a randomized complete block design

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F	میانگین مربعات Mean squares										درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات Mean squares									
		X12		X13		X15		X17		X18			X9		X10		X11		X14		X16	
باغ Garden (g)	2	3.389	**	0.57	ns	27.858	***	37.79	***	49.94	***	2	0.00	ns	21.6	ns	10.15	ns	1.21	ns	1.88	ns
خطای اول (E_a)	4	2.259		1.43		5.5679		23.72	***		***	6	0.02		80.0		19.30		0.39		9.83	***
Zn	2	698.0	***	792.80	***	60263.1	***	3225.99	***	4266.44	***	2	39.68	***	179595.4	***	21899.10	***	81.41	***	777.45	***
Fe	2	880.1	***	1031.4	***	39923.5	***	2989.69	***	3952.70	***	2	16.78	***	77417.6	***	16353.07	***	59.28	***	923.49	***
Mn	2	611.5	***	764.67	***	10330.8	***	1687.26	***	2228.73	***	2	4.92	***	24161.8	***	6250.12	***	51.19	***	551.20	***
Zn×Fe	4	3.624	***	4.85	***	4323.72	***	38.21	***	50.59	***	4	3.17	***	14567.9	***	686.23	***	7.80	***	14.38	***
Zn×Mn	4	13.51	***	11.31	***	859.105	***	55.19	***	72.83	***	4	0.70	***	3088.7	***	101.85	***	5.04	***	3.15	**
Fe×Mn	4	16.08	***	20.27	***	485.068	***	57.94	***	76.24	***	4	0.23	***	893.0	***	247.22	***	0.36	ns	12.26	***
Zn×Fe×Mn	8	9.993	***	17.18	***	153.866	***	22.23	***	29.14	***	8	0.43	***	1919.5	***	357.20	***	0.95	ns	15.43	***
g×Zn	4	2.845	**	1.23	ns	5.679	*	1.87	ns	2.43	ns	4	0.01	ns	41.2	ns	6.35	ns	1.10	ns	0.53	ns
g×Fe	4	2.294	**	0.80	ns	1.8457	ns	4.45	ns	5.80	ns	4	0.01	ns	18.0	ns	14.12	ns	0.94	ns	1.42	ns
g×Mn	4	2.031	*	0.42	ns	1.4198	ns	2.64	ns	3.54	ns	4	0.00	ns	11.9	ns	2.33	ns	0.91	ns	0.28	ns
g×Zn×Fe	8	1.557	*	0.45	ns	2.1574	ns	1.38	ns	1.80	ns	8	0.00	ns	15.6	ns	5.65	ns	0.29	ns	0.83	ns
g×Zn×Mn	8	1.888	**	0.33	ns	1.8056	ns	1.56	ns	2.04	ns	8	0.00	ns	13.0	ns	8.69	ns	0.99	ns	1.07	ns
g×Fe×Mn	8	1.330	*	0.21	ns	6.2269	**	0.97	ns	1.29	ns	8	0.00	ns	3.8	ns	20.71	ns	0.44	ns	0.30	ns
g×Zn×Fe×Mn	16	0.454	ns	0.22	ns	3.4992	*	2.22	ns	2.92	ns	16	0.00	ns	11.3	ns	9.59	ns	0.92	ns	0.93	ns
خطای دوم (E_b)	156	0.742		0.45		2.2218		2.45		3.24		156	0.00		12.2		10.06		0.88		1.03	
Year (y)	1	11.04	***	2.44	*	4.5453	ns	0.04	ns	0.03	ns	1	0.00	ns	1.6	ns	18.26	ns	2.38	ns	4.87	*
y×Zn	2	2.33229	*	0.15	ns	0.7675	ns	12.67	*	16.77	*	2	0.00	ns	0.8	ns	3.35	ns	0.16	ns	0.16	ns
y×Fe	2	1.04643	ns	0.18	ns	1.1379	ns	0.11	ns	0.13	ns	2	0.00	ns	9.6	ns	3.44	ns	5.24	0.00	0.10	ns
y×Mn	2	2.89595	*	0.64	ns	0.1317	ns	0.22	ns	0.31	ns	2	0.00	ns	4.7	ns	30.03	ns	0.65	ns	0.97	ns
y×Zn×Fe	4	0.51147	ns	0.53	ns	2.4156	ns	1.97	ns	2.57	ns	4	0.00	ns	0.8	ns	9.28	ns	0.95	ns	1.03	ns
y×Zn×Mn	4	0.5815	ns	1.52	*	1.965	ns	5.08	ns	6.72	ns	4	0.00	ns	5.1	ns	9.28	ns	1.32	ns	0.64	ns
y×Fe×Mn	4	1.01913	ns	1.07	ns	1.8909	ns	1.25	ns	1.61	ns	4	0.00	ns	2.6	ns	6.72	ns	0.37	ns	0.47	ns
y×Zn×Fe×Mn	8	0.37496	ns	0.72	ns	2.1271	ns	2.72	ns	3.51	ns	8	0.00	ns	7.4	ns	4.67	ns	0.40	ns	0.49	ns
g×y×Zn	4	3.88357	**	0.25	ns	1.7181	ns	6.89	ns	9.17	ns	4	0.02	**	47.7	ns	6.73	ns	0.79	ns	1.13	ns
g×y×Fe	4	0.31007	ns	0.39	ns	6.4774	*	5.79	ns	7.64	ns	4	0.00	ns	3.3	ns	11.69	ns	2.43	0.04	0.60	ns
g×y×Mn	4	0.8007	ns	0.71	ns	2.3416	ns	6.39	ns	8.51	ns	4	0.00	ns	6.1	ns	15.71	ns	0.06	ns	0.71	ns
g×y×Zn×Fe	8	1.572	*	0.44	ns	3.5051	ns	1.47	ns	1.94	ns	8	0.00	ns	10.1	ns	4.31	ns	1.00	ns	1.01	ns
g×y×Zn×Mn	8	0.490	ns	0.47	ns	2.2027	ns	1.14	ns	1.51	ns	8	0.00	ns	15.1	ns	11.58	ns	1.21	ns	0.20	ns
g×y×Fe×Mn	8	0.196	ns	0.23	ns	1.8647	ns	1.05	ns	1.38	ns	8	0.00	ns	10.7	ns	14.90	ns	1.09	ns	0.31	ns
g×y×Zn×Fe×Mn	16	0.831	ns	0.68	ns	1.3439	ns	2.83	ns	3.78	ns	16	0.00	ns	10.4	ns	3.85	ns	0.72	ns	0.71	ns
Block×y	2	2.641	*	7.22	***	28.8724	***	44.36	***	58.85	***	-		-		-		-		-		-
خطای باقی‌مانده (E_C)	160	0.6603		0.56		1.9162		3.06		4.03		162	0.00		19.7		11.71		0.95		0.83	
ضریب تغییرات C.V (%)		3.76		3.04		1.46		6.76		6.74			2.86		3.7		6.94		28.76		3.94	

***، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱، ۱ و ۵ درصد. Fn: آهن باغ، Mn: منگنز و Zn: روی

ns, ***, ** and *: non-significant, significant at $p\leq0.001$, $p\leq0.01$ and $p\leq0.05$, respectively. X9: Weight of single Barry, X10: Leaf Area Surface. X11: Leaf Dry Matter, X12: TSS, (X12), X13: Sugar Fruit Juice, X14: Fruit Juice Acidity, X15: Fruit Dry Matter, X16: Fruit Firmness, X17: Yield per Plant, X18: Yield per Hectare.



شکل ۱- درصد تغییرات ترکیبات تیماری (الف) و صفات اندازه‌گیری شده نسبت به شاهد (درصد) به‌صورت میانگین ±انحراف استاندارد.

هر خط محنی روند تغییرات یک صفت (الف) و یا یک ترکیب تیماری (ب) را نسبت به سطح تیماری نشان می‌دهد. سطوح تیمارهای کودی با کد بندی از بالا به پایین: کود کلات روی+آهن+منگنز

Figure 1- Percentage of changes in treatment composition (a) and measured traits compared to control (percentage) as average standard deviation

Each baseline shows the trend of changes in an attribute (a) or a treatment combination (part B) relative to the treatment level. Levels of top-to-down fertilizer treatments: zinc chelate + iron + manganese. And attributes X1: Length of the first inflorescence, X2: Number of inflorescences per branch, X3: Number of clusters per branch, X4: Number of clusters per plant, X5: Weight of a cluster, X6: Cluster size, X7: Berry size, X8: Number of berries per cluster, X9: Weight of single berry, X10: Leaf area surface. X11: Leaf dry matter, X12: TSS, (X12), X13: Sugar fruit juice, X14: Fruit juice acidity, X15: Fruit dry matter, X16: Fruit firmness, X17: Yield per plant, X18: Yield per hectare.

از این‌رو محلول‌پاشی این عنصر می‌تواند نقش شایانی در جذب آن داشته باشد همچنین، جذب بیش‌تر این عنصر غذایی تولید کلروفیل و فعالیت‌های آنزیمی را افزایش و در نهایت عملکرد گیاه باغی و یا زراعی افزایش خواهد داد. مقادیر کافی از عنصر روی منجر به گلدهی مطلوب در گیاه می‌شود. این عنصر در نقل و انتقالات زیست شیمیایی سلول نقش مهمی داشته و تعداد زیادی از آنزیم گیاهی را فعال یا مستقیماً در ساختمان آن‌ها (مانند الکل دهیدروژناز پلیمراز) شرکت می‌کند و یا اینکه برای فعال‌سازی آن‌ها لازم است. کمبود روی در خاک‌های قلیایی و با آهک فراوان و مقدار اندک مواد آلی شایع می‌باشد. متأسفانه اکثر خاک‌های کشور از کمبود این عنصر رنج می‌برند (Ziaeian, Malakouti and Mehdi Tehrani, 2005 ; 2003). پس، تغذیه با عنصر روی به‌صورت محلول پاشی، گلدهی را بهبود و از طریق بهبود در فعالیت‌های آنزیمی ساخت مواد غذایی را در گیاه افزایش و عملکرد گیاه را ارتقاء خواهد داد. عنصر منگنز نیز دارای نقش مهمی در مرحله فتوسنتز و تولید اکسیژن (گیرنده و انتقال دهنده الکترون در فتوسیستم نوری II) دارد. علاوه بر این، چوبی شدن ساقه گیاه بستگی به مقدار منگنز دارد و در صورتی‌که میزان آن کافی باشد گیاه در برابر آفات و امراض مقاوم می‌باشد (Malakouti and Mehdi Tehrani, 2005; Ziaeian, 2003). از این‌رو تغذیه عنصر، هم به بهبود فتوسنتز در گیاه و ارتقاء سلامت گیاه داشت و از این طریق عملکرد نهایی افزایش خواهد یافت.

برخی بررسی‌ها نشان داده که به‌کارگیری خاک مصرف و برگ مصرف سولفات آهن و سولفات روی، اثر معنی‌داری روی میوه انگور نداشته است (Mullins *et al*., 1992). در پژوهشی دیگر، عملکرد انگور در پاسخ به کاربرد برگی منیزیم، آهن، بور در مقایسه با دیگر تیمارها به‌طور استثنایی بالا بود. عملکرد بهبود یافته در پاسخ به

مصرف آهن در ارتباط با افزایش در تعداد حبه یا خوشه بود. کیفیت تغذیه‌ای میوه انگور شامل مواد جامد محلول آن، اسیدیته، محتوای آب میوه و تانین در نمونه‌های اسپری شده با بور، آهن، اوره و منیزیم در مقایسه با شاهد بهتر بود (Suman *et al.*, 2017). نتایج یک بررسی نشان داده که مصرف آهن، روی و منگنز کلاته شده در تمامی نرخ‌های استفاده شده عملکرد کل را در مقایسه با شاهد در درختان سیب آنا افزایش داد (El-Gazzar *et al.*, 1979). اسپری با ریز مغذی‌ها مانند روی، آهن، و منگنز در بهبود رشد انگورهای رقم تامپسون موثر بوده و مصرف برگی آهن، روی، آهن+ روی و زمان مصرف آن‌ها دارای اثرات معنی‌داری برروی گل، عملکرد و درصد روغن‌های ضروری بود. بیش‌ترین عملکرد میانگین گل با به‌کارگیری برگی آهن+روی به‌دست آمد (Wosteoves and Kamas, 2009). اثرات مشابهی از به‌کارگیری روی برروی متریکاریا و چاموميلا[1] مشاهده شد (WAAZ, 2011). همچنین، کاربردی برگی یا خاک مصرف مخلوط آهن، روی با منگنز به‌صورت کلاته یا سولفاته در نرخ بالا (۳۰۰۰ قسمت در میلیون) دو بار در سال، برروی گیاه امرود بهترین تیمار جهت افزایش در عملکرد بود (Usha and Singh, 2002). به‌کارگیری ریز مغذی‌های اسید آمینه‌ای کلاته شده مانند روی، آهن، مس و منگنز در غلظت ۱/۵ و ۲/۰ درصد منجر به میوه‌ی بیشتر در گیاهان و عملکرد کل بیشتری در گیاه چیلی گردید (Hasani *et al.*, 2012). حسنی[2] و همکاران (Hasani *et al.*, 2012) حداکثر نسبت آریل به پوست[3] در انار با اسپری برگی سولفات منگنز ۰/۶ درصد مشاهده کردند. بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده که اسپری روی و منگنز برروی مشخصه‌های رشدی و عملکرد موثر هستند (Kumar *et al.*, 2015). اسپری با سیتوفکس[4] + آهن + منگنز+ روی منجر به بیش‌ترین مقادیر در قطر ساقه، طول ساقه، تعداد ساقه و سطح برگ برروی گیاه امرود[5] کلتیوار پنت پرابهت[6] گردید. حداکثر رشد فصلی در ارتفاع گیاه با کاربرد برگی ۰/۰۳ درصد روی بر روی دسته میوه‌ها و حداکثر افزایش در ابعاد ساقه در به‌کارگیری برگی ۰/۱ درصد روی میوه پس از شکل‌گیری میوه مشاهده گردید. این افزایش در ارتفاع گیاه می‌تواند در ارتباط با نقش روی در سنتز تریپتوفان باشد که پیش ماده‌ی اکسین بوده و منتج به افزایش در رشد انتهایی می‌شود (Saini *et al.*, 2019). در دهه‌های اخیر پرورش دهندگان آزمایشاتی را با ریزمغذی‌هایی مانند روی، منگنز، آهن و بور جهت بهبود تشکیل میوه و افزایش باروری دانه‌ها، بهبود پر بودن خوشه‌ها[7] و افزایش در سایز حبه انجام دادند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از ریزمغذی‌ها جهت افزایش در عملکرد و کمیت انگور سودمند است. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری برای صفات وزن خوشه، وزن حبه، طول حبه، مواد جامد محلول، در نمونه تیمار شده با روی، آهن، منگنز مشاهده شد (Saini *et al.*, 2005). نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های فوق مطابقت داشت. براساس نتایج این پژوهش، استفاده از کودهای ریزمغذی آهن، روی و منگنز به‌صورت انفرادی و یا در ترکیب با هم دارای اثرات تغذیه‌ای مثبت در مقایسه با شاهد برروی گیاه انگور بوده و بیش‌ترین مقادیر صفات با مصرف ترکیبی از کلات روی ۰/۳ + آهن ۰/۲ + منگنز ۰/۲ درصد مشاهده گردید. تمامی صفات مورد ارزیابی به ترکیبات تیماری پاسخ مثبت دادند، اما در بین آن‌ها صفات تعداد گل آذین و تعداد خوشه در هر شاخه و تعداد خوشه در هر بوته بهترین پاسخ به ترکیب‌های تیماری به‌کار گرفته شده نشان دادند. همان‌طور که تحقیقات پیشین نشان داده، مصرف ترکیبات ریزمغذی به‌ویژه آهن، روی و منگنز دارای اثرات مطلوب برروی شاخص‌های عملکردی، شکل‌گیری بهتر میوه و میزان تولید میوه در واحد سطح می‌باشد (Mullins *et al.*, 1992) که با تأثیر روی فعالیت‌های فتوسنتزی (Wiedenhoeft, 2006) و مسیرهای متابولیکی مهم در گیاهان (Abd E-Hady, 2007) منجر به تولید مقادیر بیشتر متابولیت‌های اولیه مانند تولید قند بیشتر در میوه، افزایش مواد جامد محلول، همچنین افزایش در شاخص‌های رشدی (Mullins *et al.*, 1992) مانند سطح برگ بیشتر صفات مرتبط با عملکرد مانند تعداد گل آذین و تعداد خوشه در هر شاخه و نیز در هر بوته، تعداد و نیز ابعاد حبه در خوشه‌ها می‌گردند. از طرفی این ترکیبات به جذب عناصر غذایی اصلی کمک نموده و نقش فعالی در شروع فرآیندهای سوخت و ساز مانند توسعه دیواره‌ی سلولی تا تنفس، فتوسنتز، شکل‌گیری کلروفیل، فعالیت‌های آنزیمی، ساخت تنظیم کننده‌های رشد، و تثبیت و احیاء نیتروژن را در بردارند (Das, 2003). براین اساس این ترکیبات از طریق تسریع در جذب سایر عناصر غذایی، تقویت مسیرهای بیوشیمیایی و شاخص‌های رشد و نموی توانستند در مقایسه با شاهد عملکرد بهتری را به نمایش گذارند.

نتیجه‌گیری

بر طبق این نتایج به‌کارگیری سه کود کلاته روی، آهن و منگنز به‌صورت انفرادی یا در ترکیبات دو یا سه تایی از آن‌ها، به‌ویژه در غلظت‌های بالا به‌صورت همزمان در مقایسه با شاهد برتری دارد و

1- Matriccaria and Chamomilla
2- Hasani
3- Aril/Peel
4- Sitofex
5- Guava
6- Pant Prabhat
7- Cluster Fullness

ترکیب تیماری ۰/۳ درصد روی+۰/۲ درصد آهن + ۰/۲ درصد منگنـز و پس از آن ۰/۳ درصد روی+۰/۲ درصد آهـن + ۰/۱ درصـد منگنـز دارای بیش‌ترین اثر معنی‌دار و مثبت بر روی صفات مورد اندازه‌گیـری و در نتیجه به‌عنـوان ترکیـب کـودی قابـل توصـیه در باغـات انگـور به‌صورت برگ‌مصرف می‌باشد.

منابع

1. Abd E-Hady B.A. 2007. Effect of zinc application on growth and nutrient uptake of barley plant irrigated with saline water. Journal Application Science Research 3(6): 431-436. https://doi.org/10.1080/01904167.2014.920386.
2. Agricultural Statistics. 2012. Ministry of Jihad Agriculture. Bureau of Statistics and Information Technology. Available at: http / www.agri-jahad.ir.
3. Anees M., Tahir Shahzad F.M.J., and Mahmood N. 2011. Effect of foliar application of micronutrients on the quality of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Dusehri fruit. Mycopathologia 9(1): 25-28.
4. Babalar M., and Pirmoradian M. 2000. Nutrition of fruit trees. University of Tehran Press. 311 pages.
5. Baka A., Olympios C.M., Drosopoulos J., and Passam H.C. 2010. Effect of nitrogen form and concentration on the distribution of ions within cucumber fruits. Scientia Hort 95: 175-183.
6. Bhat Z.A., Padder S.A., Ganaie A.Q., Dar N.A., Rehman H.U., and Wani M.Y. 2017. Correlation of available nutrients with physico-chemical properties and nutrient content of grape orchards of Kashmir JPP 6(2): 181-185.
7. Chaudhari P.R., Ahire D.V., and Ahire V.D. 2012. Correlation between Physico-chemical properties and available nutrients in sandy loam soils of Haridwar. Journal Chemcal Biology and Physiology Science 2(3): 1493-1500.
8. Christensen P., and Kearney U.C. 2000. Use of Tissue Analysis in Viticulture. Cooperative Extension Work in Agriculture the University of California 10: 1-9.
9. Das D.K. 2003. Micronutrients: Their behaviour in soil and plant. Kalyani publication, Ludhiana 1-2.
10. Datir R.B., Apparao B.J., and Laware S.L. 2012. Application of amino acid chelated micronutrients for enhancing growth and productivity in chilli (*Capsicum annum* L.). Plant Science Feed 2(7): 100-105.
11. Diksit K.K., Jordan D., MacDonald A. 1987. Entrobacteragglomerans, phosphate solubilizing bacterial activity in soil: Effect of carbon sources. Soil Biology and Biochemry 86: 995-1003.
12. El-Gazzar A.M., Keleg F.M., and Sabbah S.M. 1979. Effect of foliar applications of chelated iron, zinc and manganese on yield, fruit quality and concentrations of some nutrients in leaves of Thompson seedless grapes. Alex. Journal Agricultural Research 27(1): 27-38.
13. El-Seginy Amal M., Malaka Naiema S.M., Abd El-Messeih W.M., and Eliwa G.L. 2003. Effect of foliar spray of some micro nutrients and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield and fruit quality of Anna apple trees. Alex. Journal Agricultural Research 48(3): 137-143.
14. Emami A. 1996. Methods of Plant Decomposition, Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Soil and Water Research Institute, Technical Journal No. 982.
15. Fregoni M. 1998. Viticoltura di qualità. Stampa Grafiche Lama, Piacenza, pp: 597-680.
16. Grejtovsky K., Markusova K., and Eliasova A. 2006. The response of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) plants to soil zinc supply. Plant Soil Environment 52(1): 1-7.
17. Hasani M., Zamani Z., Savaghebi G., and Fatahi R. 2012. Effect of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal Soil Science Plant Nutrition 12(3): 471-480. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162012005000009.
18. Jalili Marandi R. 2007. Tiny fruits. West Azerbaijan University Jihad Publications. 450 pages.
19. Kannan S. 2010. Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. In: E. Lichtfouse (ed). Genetic Engineering, Biofertilization, Soil Quality and Organic Farming. Sustainable Agriculture Reviews 4. Springer Verlag, Springer Pp: 371-402.
20. Kavousi B., and Hosseini Farahi M. 2008. The effect of flower induction and foliar spraying with nitrogen, zinc and boron on qualitative characteristics of blackcurrant. Journal Research Agriculture Sience 4(1): 73-82.
21. Kaya C., and Higgs D. 2002. Calcium nitrate as a remedy for salt-stressed cucumber plants. Journal of Plant Nutrition 25: 861–871. https://doi.org/10.1081/PLN-120002965.
22. Khosh Khoi M., Sheibani B., Rohani A., and Tafazoli A. 1985. Principles of Horticulture, sixth edition, Shiraz University Press.
23. Kumar J., Kumar R., Rai R., and Mishra S. 2015. Response of Pant Prabhat guava trees to foliar sprays of zinc, boron, calcium and potassium at different plant growth stages. Tha Bioscan 10(2): 495-498.
24. Malakouti M.J., and Mehdi Tehrani M. 2005. The role of micronutrients in increasing yield and improving the quality of agricultural products. Tarbiat Modares University Press, Tehran.
25. McGovern E.P. 2003. *Ancient Wine*. Princeton University Press, Princeton.
26. Mullins M.G., Bouquet A., and Williams L.E. 1992. Biology of the Grapevine. Cambridge University Press,

Cambridge, 161 Pp.
27. Obaid E.A., Eiada M., and Al-Hadethi A. 2013. Effect of foliar application with manganese and zinc on pomegranate growth, yield and fruit quality. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants 5(1): 41-45.
28. Papadakis I.E., Sotiropoulos T.E., and Therios I.N. 2007. Mobility of iron and manganese within two citrus genotypes after foliar application of iron sulfate and manganese sulfate. Journal Plant Nutrition 30: 1385-1396.
29. Ram R.A., and Bose T.K. 2000. Effect of foliar application of magnesium and micronutrients on growth, yield and fruit quality of mandarin orange (*Citrus reticulata* Blanco). Indian Journal of Horticulture 57(3): 215-220.
30. Ehiaee A., Ehiaee M., and Behbahanizadeh A. 1998. Description of Soil Chemical Decomposition Methods (Vol. I). Soil and Water Research Institute, Ministry of Jihad Agriculture of the Islamic Republic of Iran.
31. Saini H., Vijay S., and Saini P. 2019. Differential responses of Fe, Zn, B, Cu and Mg on growth and quality attributes of fruit crops. JPP 8(5): 01-05.
32. Saini J., Sharma R., and Kushik S.D. 2005. Analytical laboratory methods in horticultural sciences. Translation: Yousef Mostofi and Farzaneh Najafi. First Edition, Tehran, University of Tehran Press.
33. Shah S., Khan A., Khan M.A., Farooq M., Imran M., Chattha M.R., Farooq Kh., and Gurmani Z. 2016. Effect of micronutreients on growth and fruit yield of grape cultivar flame seedless. International Journal Biology and Biotechnology 13(3): 423-426.
34. Suman M., Sangma P., and Deshraj Singh D. 2017. Role of Micronutrients (Fe, Zn, B, Cu, Mg, Mn and Mo) in Fruit Crops. International Journal Current Microbiology Application Science 6(6): 3240-3250. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.606.382.
35. Taheri M., and Mehrabi F. 2016. Study of the principles of proper nutrition in vineyards of Baghmalek city. The First National Symposium on Small Fruits September 2016- Bu Ali Sina University Poster, Article No. 207.
36. Usha K., and Singh B. 2002. Effect of macro and micro nutrient spray on fruit yield and quality of grape (*Vitis vniifera* L.) cv. Perlette. Acta Hortic 594: 21. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.594.21.
37. WAAZ El-S. 2011. Response of guava cv. Seedy montakhab trees to micro-nutrients and its effect on fruit quality. Alex. Sci. exchange J. 32:4.
38. Wiedenhoeft A.C. 2006. Micrunutrients. In Plant Nutrition, ed., W.G. Hapkins. Chelsea House Publications, pp: 14-36.
39. Wosteoves F., and Kamas J. 2009. Investigations of spray timing of Boron and effects of micronutrients sprays on yield Blanc du Bios wine grapes. Proceedings of the Terxas Viticulture and Ecology Research Symposium. Pp: 2-3
40. Zanjan Agricultural Jihad Organization website. 2021. (www.farmer.ir).
41. Ziaeian A.H. 2003. Use of trace elements in agriculture. Deputy of Manpower Training and Equipping, Agricultural Education and Extension Research Organization, Ministry of Agriculture, Karaj.
42. Zörb Ch., Senbayram M., and Peiter E. 2014. Potassium in agriculture – Status and perspectives. Journal of Plant Physiology 171: 656–669.